

УДК 669.715

Ю. И. Борисова*, Д. Ю. Юзбекова, А. А. Могучева

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород

**borisovayuliya94@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ AlMgMnSc СПЛАВА

Изучено влияние температуры на деформационное поведение в сплаве AlMgMnSc. Установлено, что увеличение температуры испытаний приводит к снижению прочностных свойств сплава, при этом изменение пластичности исследуемого сплава имеет неоднозначный характер. Полученные экспериментальные данные испытаний на растяжение позволяют определить наличие неустойчивого пластического течения в температурном интервале от -100 до 75 °C.

Ключевые слова: алюминиевый сплав, механические свойства, эффект Портевена-Ле Шателье

Yu. I. Borisova, D. Yu. Yuzbekova, A. A. Mogucheva

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DEFORMATION BEHAVIOR OF AlMgMnSc ALLOY

The influence of temperature on deformation behavior of AlMgMnSc alloy was studied. The increase of test temperature leading to decrease of strength of studied alloy, while the change on plasticity is not obvious. The obtained results will allow to determine the instability of plastic flow of AlMgMnSc alloy.

Key words: aluminum alloy, mechanical properties, Porteven-Le-Chatelier effect

Сплавы Al–Mg привлекли всеобщее внимание благодаря своей легкости и высокой прочности, свариваемости и коррозионной стойкости. Повышение прочностных свойств Al–Mg сплавов за счет формирования мелкозернистой структуры в материале позволяет повысить их конкурентоспособность и расширить область их практического применения [1]. Однако эти сплавы так же показывают неустойчивое пластическое течение в температурном интервале от -100 до 75 °C.

стойчивое пластическое течение, связанное с эффектом Портевена-Ле Шателье (ПЛШ) [2], в определенном температурно-скоростном интервале, что плохо отражается на пластичности Al–Mg сплавов. Исследования скачкообразной деформации Al–Mg сплавов помогут в дальнейшем решении данной проблемы.

В работе мы изучили влияние температуры на деформационное поведение AlMgMnSc сплава, так как влияние температуры на прерывистое течение отображает наиболее полную информацию о неустойчивом поведении материалов.

Сплав AlMgMnSc с химическим составом Al–4,57Mg–0,35Mn–0,2Sc–0,09Zr (масс. %) был получен методом непрерывного литья. Далее проводился гомогенизационный отжиг при температуре 360–380 °C в течение 12 часов, с последующей вытяжкой при температуре 380 °C.

Механические испытания образцов при скорости деформации $1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и различных температурах (от –100 до 75 °C) показали, что при увеличении температуры испытания наблюдается падение прочностных свойств. По результатам испытаний видно, что значения прочностных свойств при комнатной температуре выбиваются из общей зависимости, что возможно связано с погрешностью испытания. При повышении температуры от –100 до 25 °C наблюдается падение пластичности до 17,0 %, однако при дальнейшем увеличении температуры испытания до 75 °C происходит повышение пластичности до 20,5 %. Полученные экспериментальные данные испытаний на растяжение позволяют так же определить наличие неустойчивого пластического течения.

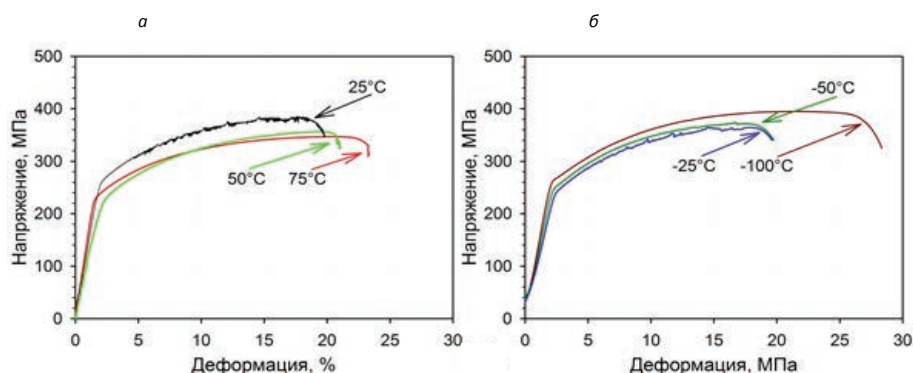


Рис. 1. Деформационные кривые сплава AlMgMnSc полученные при скорости деформации $1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и различных температурах:
а — 75 °C, 50 °C и 25 °C; б — –25 °C; –50 °C и –100 °C

Стохастическое поведение деформационных кривых можно охарактеризовать с помощью гистограмм распределений амплитуд скачков напряжения [3–4]. Монотонно убывающее распределение было получено для сплава, деформированного при температуре -25°C (рис. 2, а). Относительно регулярные скачки, наблюдаемые при комнатной температуре, демонстрируют колоколообразное распределение (рис. 2, б). Таким образом, при понижении температуры пиковый центр распределений смещается в сторону малых амплитуд скачков.

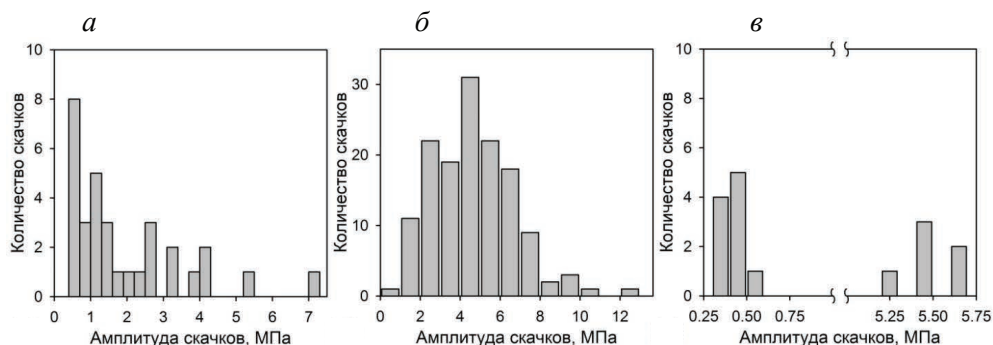


Рис. 2. Гистограммы распределения амплитуд скачков напряжения для алюминиевых образцов, деформированных при температуре:

а — -25°C , б — 25°C и в — 50°C

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1) увеличение температуры испытания приводит к снижению прочностных свойств. При понижении температуры до 25°C пластичность исследуемого сплава падает, а при дальнейшем повышении температуры пластичность растет.

2) уменьшение температуры испытания приводит к смещению центра тяжести распределений в сторону малых амплитуд скачков.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФ
(Соглашение № 17–72–20239) с использованием оборудования
ЦКП «Технологии и Материалы НИУ „БелГУ“».*

Литература

1. Ultrafine-grain structure formation in an Al-Mg-Sc alloy during warm ECAP / O. Sitdikov [et al] // Metallurgical and Materials Transactions A. —2013. V. 44. № 2. P. 1087–1100.
2. Dynamic strain aging studied at the atomic scale / H. Aboulfadl [et al.] // Acta Mater. 2015. V. 86. P. 34–42.
3. Лебедкин М. А., Дунин-Барковский Л. Р. Динамический механизм температурной зависимости эффекта Портевена-Ле Шателье // Физика твердого тела. 1998. Т. 40. № 3. С. 487–492.
4. Юзбекова Д. Ю., Могучева А. А. Проявление неустойчивого пластического течения в AlMg сплаве // Тезисы докладов Международных конференций «Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций» и «Химия нефти и газа». 2018. С. 156–156.